我国塑料垃圾和微塑料污染源头控制对策

邓义祥　雷　坤*　安立会　刘瑞志　王丽平　张嘉戌

中国环境科学研究院 水环境研究所 北京 100012

摘要　近年来，微塑料污染逐渐成为国内外热点问题。环境中大部分微塑料来源于塑料的破碎和降解，塑料垃圾的有效控制是解决微塑料污染的重要措施。文章在对我国塑料垃圾管理存在问题进行分析的基础上，提出了塑料垃圾和微塑料污染源头控制对策建议，包括完善塑料污染控制立法、补充和修订塑料管理相关标准，完善塑料垃圾管理的政策措施等。参照国际经验，我国还应加强塑料微珠的管理，建议尽快禁止生产和销售含塑料微珠的个人护理品。此外，还应加强微塑料清除技术的研发。加大塑料加工行业的技术创新，推动塑料生产和使用者加强清洁生产和资源化循环利用，减少塑料垃圾和微塑料的排放量，是解决塑料垃圾和微塑料污染的根本措施。

关键词　塑料垃圾，微塑料，源头控制，管理对策

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2018.10.005

塑料是人类发明的重要基础材料，给人们的生产和生活带来了极大的便利。从20世纪50年代开始，全球塑料年增长率平均保持在8.5%。到2016年，全球塑料产量达到了3.35亿吨[1]。我国是世界塑料生产和使用大国，其中多种塑料产品，如聚氯乙烯（PVC）、氨基模塑料等产量已经位于全球首位，且进一步增长的潜力仍然十分巨大。这些塑料使用之后，一部分由于没有得到及时有效的收集处理而进入环境，并在环境中发生破碎、腐化，给地表水、土壤和海洋等带来严重的环境污染。

近年来，国际上对塑料垃圾和微塑料环境危害的关注日益增多。现已在全球233种海洋生物（包括100%海龟物种、36%海豹物种、59%鲸鱼物种、59%海鸟物种，以及92种海鱼和6种无脊椎动物）消化道内发现有微塑料颗粒的存在[2]。据联合国环境规划署（UNEP）报道，到2050年，预计99%的鸟类都会食用塑料[3]。2015年，在包括我国在内的多个国家食用盐（包括湖盐、岩盐、海盐）、海产品（如鱼、贝）、啤酒、蜂蜜等产品中均检出了不同材质、不同数量、不同形状的微塑料颗粒；

*通讯作者
资助项目：国家重点研发计划课题（2016YFC1402206）
修改稿收到时间：2018年10月1日

2017年，在包括美国、欧洲和非洲等国家和地区的126个饮用水样品中检出了不同材质的微塑料（纤维）[4]。

我国塑料污染的总体形势仍然不容乐观，丢弃在环境中的塑料分解成微塑料颗粒，不仅能随着摄食等行为而进入生物体内，还可能经食物链最终影响人类自身的健康。根据《2016年中国海洋环境状况公报》，渤海、东海、南海监测断面表层水体漂浮微塑料平均密度为0.29个/m^3，最高为2.35个/m^3 [5]。控制环境塑料垃圾和微塑料污染，必须加强源头控制，从根本上杜绝塑料垃圾和微塑料进入自然环境。本文对我国目前塑料垃圾和微塑料管理存在的问题进行了分析，并提出相关的政策建议，为我国加强塑料和微塑料污染的管理提供参考。

1 塑料垃圾和微塑料污染引起广泛国际关注

随着人们对塑料垃圾和微塑料危害的认识日益加深，这一问题也引起了广泛的国际关注。2011年起，联合国环境规划署开始持续关注海洋中的塑料垃圾，尤其关注微塑料的污染问题。海洋废弃物作为三大主题之一被纳入到《2011年联合国环境规划署年鉴》中，其中特别强调微塑料是新兴的环境问题。2014年，第一届联合国环境大会（UNEA-1）通过了“海洋塑料废弃物和微塑料”决议，并发布了《联合国环境规划署2014年年鉴》和《评估塑料的价值》，指出海洋里大量的塑料垃圾日益威胁海洋生物的生存，保守估计每年由此造成的经济损失高达130亿美元，并将海洋塑料污染列为近10年中最值得关注的十大紧迫环境问题之一。2015年4月，联合国海洋环境保护科学问题联合专家组（GESAMP）发布报告，把微塑料对海洋生物的危害程度等同于大型海洋垃圾对海洋生物的危害程度。联合国环境规划署呼吁各国应在微塑料管理方面采取预防性措施，2016年第二届联合国环境大会（UNEA-2）进一步从国际法规和政策层面推动海洋微塑料的管理和控制。

联合国环境规划署正在研究建立和实施海洋塑料垃圾和微塑料的约束性法律机制的可能性，关于塑料垃圾污染的问题也日益成为联合国环境规划署关注的重要议题。联合国环境规划署将2018年世界环境日的主题定为“塑战速决”（Beat Plastic Pollution），呼吁世界各国齐心协力对抗一次性塑料污染问题[6,7]。可以预见，在未来的一段时期，海洋塑料垃圾和微塑料污染将是全球环境和区域海洋环境热点问题之一，也将是国际履约谈判的主要议题之一。

2 我国塑料垃圾和微塑料污染问题

2.1 我国塑料生产情况

中国的塑料工业发展迅速，在世界各国塑料制品产量排名始终位于前列，其中多种塑料产品，如PVC、氨基模塑料等产量已位于全球首位。2017年，我国塑料制品全年产量达到7 515.54万吨[8]。塑料制品是我国石化、轻工行业的重要基础，主要包括塑料薄膜、板片、塑料管及其附件、泡沫塑料、包装箱及容器、日用制品等10个子行业。传统塑料制品主要应用在农业、建筑业和民生等方面，但是随着时代的不断发展及生产工艺的逐渐加强，塑料产业逐步朝高端领域深入，如汽车、医药等行业。可以预见，随着我国社会经济的发展和人民生活水平的不断提高，对塑料制品的需求将持续增加。根据《塑料加工业“十三五”发展规划指导意见》，2016—2020年规模以上塑料制品企业产量年均增长率将达到4%。因此，要认真贯彻《中国制造2025》，紧紧围绕国家重点实施战略新兴产业，发挥塑料加工业作为国民经济基础性产业的重要作用[9]。上述指导意见肯定了我国塑料工业的重要地位，表明塑料制品仍将持续稳定增长。《塑料加工业技术进步“十三五”发展指导意见》指出，要坚持“资源节约型、环境友好型、科技创新型”的产业方向，大力实施“高效、安全、循环、生态”发展战略，推动塑料加工业健康和可持续发展[10]。

2.2 我国塑料垃圾问题

我国塑料生产量和使用量巨大，为塑料垃圾提供了丰富的来源，其中最为社会所关注的塑料垃圾来源为塑料快餐盒、塑料袋和农业塑料薄膜。

我国对塑料垃圾的关注始于塑料快餐盒。1986 年，铁路上开始首次使用塑料快餐盒，大量的塑料快餐盒被丢弃于铁路沿线，带来严重的自然风景和生态破坏，被称为“白色污染”。自 1995 年 5 月起，我国开始在铁路上禁止使用不可降解的快餐盒，由易降解和可回收的餐盒所取代，但在日常生活中塑料快餐盒仍然大量存在[11]。

塑料袋在商业中的大量使用始于 20 世纪 90 年代。由于塑料袋廉价便捷，在购物、包装中得到了广泛的使用，其中部分塑料袋在没有得到任何处理的情况下被丢弃于环境，包括道路、河岸、城市周边的土地等。从 20 世纪 90 年代到 21 世纪初，塑料袋的污染逐渐被政府认识到，并开始出台相关的政策法规，虽然取得了一定的效果，但塑料袋污染的问题始终存在[12]。

塑料垃圾另外一个重要的来源是农业塑料薄膜。在 20 世纪 50 年代早期，塑料薄膜开始在农业上使用。1978 年，塑料薄膜技术从日本引入中国，对提高我国的农业产量作出了重要的贡献。但随着越来越多的塑料薄膜进入土壤，土地的生产力逐步受到越来越严重的影响[13]。除了破坏农业生产力以外，存蓄于土壤中的塑料颗粒可能会被作物吸收，人类直接食用这些作物上的粮食，或者食用这些粮食喂养的动物食品，都有可能影响人体健康。

综上所述，从 20 世纪末到现在，我国塑料垃圾问题仍然主要集中在塑料餐盒、塑料袋、塑料包装以及农业塑料薄膜几个方面，这些塑料垃圾由于重复利用价值低、使用面广，极容易丢弃并分散到环境中；除影响周围环境美观以外，它们还会进一步分解成塑料碎片和微塑料，甚至会被野生动物误食而堵塞其消化道系统，危害生态系统的安全，并通过食物链进一步危害人类健康。

2.3 我国塑料垃圾污染防治的新形势

近年来，随着电子商务的兴起，来自于快递、快餐等行业的塑料包装迅猛增长，给塑料垃圾的污染防治带来新的挑战。2016 年全国快递业塑料袋总使用量约 147 亿个，其中快递直接使用塑料袋数量约为 68 亿个[14]。我国每年消费品零售行业消费塑料袋约 5 000 亿个；2017 年中国人在餐饮外卖上花费 2 000 亿元，各大网络订餐平台一天订餐量所需餐盒和塑料袋达 4 000 万个，一年就是 146 亿个[15]。2017 年，我国快递业务量突破 400 亿件，年产 800 万吨快递垃圾[16,17]。急剧增长的塑料包装使用量给塑料垃圾污染防治带来巨大的压力。

3 我国塑料垃圾控制存在的问题

3.1 塑料垃圾管理立法不足

我国目前还没有专门针对微塑料管理的立法，与塑料垃圾管理相关的法律、行政法规及行业标准主要有：1995 年颁布的《中华人民共和国固体废物污染防治法》，2001 年由原国家经贸委发布的《关于立即停止生产一次性发泡塑料餐具的紧急通知》（以下简称“禁塑令”），2007 年发布的《国务院办公厅关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》（以下简称“限塑令”），2007 年由原国家环保总局发布的《废塑料回收与再生利用污染控制技术规范》等。此外，《中华人民共和国清洁生产促进法》和《中华人民共和国循环经济促进法》也涉及塑料垃圾的回收和利用问题[18]。

综合分析上述法律和法规，可看出现行立法主要在 3 个方面存在着不足：① 相关规定过于抽象，多为原则性的规定，对违反规定的行为惩罚措施较少，不易在实际中执行；② 政府部门的责任规定不清，例如生态环境保护部门、市场监督管理部门、农业农村部门、住建部门等在塑料垃圾管理的职责没有清楚的划分，导致监管责任难以落实[18]；③ 在法律中对经济手段的应用不足，例如对塑料回收和处理环节的费用如何由污染者承担的问题，缺乏明确的规定。

同时应看到，人们对塑料垃圾和微塑料的认识也是在逐步深化的。虽然塑料垃圾和微塑料污染事实上早已存在，但只是在近几年人们对这一环境问题的认识才逐步加深。我国在立法上对塑料垃圾管理的相关规定也在不断地变化。以 2001 年原国家经贸委发布的“禁塑令”为例，

虽然在2013年5月1日，国家发改委将一次性发泡塑料餐具从《产业结构调整指导目录》的淘汰类目录中删除，一次性发泡餐具重新合法化，然而之前由于“禁塑令”的发布，大量的塑料发泡餐具企业以及相应的回收企业关闭——谁来承担这种损失？由于塑料垃圾管理的问题十分复杂，有关塑料管理的相关法规需要反复论证，出台需要十分慎重，尽可能避免前后不一致的问题。

3.2 部分塑料垃圾管理法规执行效果不理想

我国虽然颁布了塑料垃圾管理的相关规定，但由于塑料制品生产企业量多面广，塑料的使用分散到人们生活的方方面面，实际执行效率与预期有较大的差距。例如虽然一次性发泡塑料餐具在2001年被禁止，但实际上在社会中仍然有大量的使用，屡禁不绝[19]。2007年国务院办公厅发布的“限塑令”，执行效果也并不理想。“限塑令”刚刚施行的时候，媒体调查显示七成消费者愿意用环保购物袋代替塑料袋。但随着时间增加，人们逐步适应了塑料袋的收费价格，塑料袋的消费量逐步回升。有人认为，“限塑令”发布后，塑料袋的使用量反而暴增了[20]。同时，塑料袋主要针对大型超市收费，在缺乏监管的小商场、农贸市场、广大农村地区等，塑料袋仍然免费提供，客观上也降低了“限塑令”的权威性和执行效果。由于上述问题的存在，有人甚至认为“限塑令”变成了“卖塑令”[21]。

3.3 塑料垃圾回收体系不健全

目前，我国塑料生产企业数量巨大，分散性较强，这些企业基本上没有承担起回收废弃塑料的责任。同时，由个别企业甚至企业巨头来直接开展塑料垃圾回收，对这些企业的管理也十分困难，甚至是不经济的。由于从事塑料生产的企业众多，在实际操作中也难以有效地监管是否执行了自身废弃塑料的回收任务。

目前，我国的塑料垃圾回收主要存在3个方面的问题：① 回收塑料的成本高昂，但是从中获得的收益很低，通常情况下是不可能盈利的，但相关的政策激励不足。由于缺少政府补贴和税收政策失灵，导致塑料回收的进展十分缓慢。② 大量塑料垃圾即使被收集，由于再利用的价值很低，大都通过填埋进行处理。这些塑料只是暂时改变了存放的位置，但仍然将长期存在，仍有再次进入水体、土壤的环境风险。塑料在缓慢降解过程中释放的有害物质是地下水污染的潜在风险[22]。③ “限塑令”发布以后，塑料袋收费收入为超市所得，这部分收益并没有转化为塑料袋回收和处理成本，没有体现污染者付费的宗旨。

3.4 可降解塑料管理体系不完善

可降解塑料（BDP）又称为环境友好降解塑料，目前应用较广泛的可降解塑料有光降解塑料、生物降解塑料、光/生物双降解塑料和全降解塑料[23]。可降解塑料的发展，使人类从依赖石油基生产塑料，发展到使用淀粉、纤维素、蛋白质等生物基也能生产塑料。应该说可降解塑料一直是政策支持和鼓励的，也是近年来塑料生产发展的重要分支。

但实际上，与石油生产的塑料相比，可降解塑料的成本高，但性能通常要差，有人用“叫好不叫座”来形容可降解塑料今天的处境[24]。为给予可降解塑料更多的政策优惠，鼓励人们使用环境友好的可降解塑料，可降解塑料的认证标准和标识需要尽早建立。同时，也要注意到，一些宣称的可降解塑料并不是完全可降解的，当可降解部分完成降解以后，剩下不能降解的塑料碎片进入环境，更难以收集和处理，带来更严重的环境问题。

3.5 微塑料管控措施仍处于空白

微塑料管控是近年来国际社会新出现的一个热点。尽管我国原环境保护部（现生态环境部）发布的《环境保护综合名录（2017年）》将“添加塑料微珠的化妆品和清洁用品”“塑料微珠添加剂”列入“高污染、高环境危险”产品名录[25]，但《环境保护综合名录（2017年）》对塑料微珠并未做出限制使用的要求。据调查显示，含微塑料的产品仍在生产和销售使用。我国对以个人护理品为代表的环境微塑料使用和排放管理还处于空白，这无疑会导致生态和人体健康风险持续加大。同时，国外生产的含

微塑料（即塑料微珠）产品有可能会转向我国进行倾销，增大我国微塑料污染的压力。

4 塑料垃圾和微塑料污染源头控制对策

4.1 完善塑料污染控制的立法

完善立法是加强塑料污染控制的重要基础，针对现行立法存在的问题，在现有法律法规的基础上，需要制定更为明确的实施细则。具体包括：① 明确政府各部门的责任，在塑料生产、使用、回收和处理等环节，都应该有明确的责任部门，避免混淆不清导致各部门都不能有效尽职的问题。② 明确对违法企业和个人的惩罚细则，在立法中要清楚地规定违法行为及相应的经济和行政处罚措施。③ 完善税收等经济手段的作用，按照污染者付费的原则，充分体现经济手段在塑料垃圾减量化及回收利用中的作用。

4.2 完善塑料污染控制的相关标准

加强完善塑料垃圾和微塑料管理的相关标准，建议国家尽快出台标准对塑料制品生产和回收处理进行规范，近期可考虑出台以下方面的标准：关于农业塑料薄膜的相关标准，塑料袋和其他塑料包装标准，塑料处理企业的尾水和大气排放标准，以及关于可生物降解的塑料的认定标准。同时加强微塑料监测规范的制订，并适时出台城镇和工业污水处理厂尾水微塑料排放标准。

4.3 完善塑料垃圾管理政策

4.3.1 控制塑料垃圾越境转移

2017 年，国务院办公厅印发《禁止洋垃圾入境推进固体废物进口管理制度改革实施方案》。根据该方案，2017 年底前，我国禁止进口来自生活源的废塑料[26-28]。这是我国首次对塑料垃圾越境转移宣战，将对控制我国境内的塑料垃圾污染将起到积极的作用，也将帮助世界各国加强塑料垃圾的处理和循环利用，减少塑料垃圾产生量[29]。目前我国仅禁止生活源中的废塑料，建议加大禁止进口清单范围，将生活源以外的废塑料也纳入禁止进口名单；同时也应禁止将我国产生的塑料垃圾转移至他国，树立我国控制垃圾跨国转移负责任大国的形象。

4.3.2 加强塑料包装管理

随着快递业和餐饮业迅速发展，塑料包装需求急剧增长，但我国快递垃圾总体回收率偏低，只有不到 20%[17,30]。2018年2月7日，国家质检总局、国家标准委发布新版《快递封装用品》系列国家标准。新标准降低了快递封套用纸、气垫膜类快递包装袋、塑料编织布类快递包装袋的定量要求，降低了塑料薄膜类快递包装袋的厚度要求，要求快递包装袋宜采用生物降解塑料[31]。但同时，新标准面临着成本高、执行难的质疑，主要问题是用可降解快递袋成本高性能不足、快递箱回收成本较高。事实上，实践也表明，不管是快递公司还是消费者，对快递包装的回收积极性都不高[32]。

从国际上看，各国所采用的策略也不尽相同。美国规定回收包装企业可减税，日本鼓励包装再生利用，德国立法立标强制回收[33]。从我国快递包装迅速发展的实践来看，推行生物降解塑料仍然存在一定的困难，也无法从根本上解决快递业塑料包装快速增长的问题。可能的解决办法是加强对快递行业的监管，实行塑料包装使用的全过程管理，避免过度包装；使用塑料包装替代产品，尽可能提高快递包装的重复使用率。另外，大部分的快递塑料包装均被当作生活垃圾丢弃；考虑到由快递企业进行这些塑料垃圾回收既不经济也不现实，因此可对快递包裹征收一定数额的包装回收环境税，并将这部分税费用于补贴对生活垃圾中塑料的分类回收和处理[34]。最后，我国有必要对快递企业加强清洁生产认证，以提高其行业自律的自觉性。

4.3.3 限制塑料垃圾直接填埋

长期以来，由于成本和技术的原因，我国垃圾处理以填埋为主，大量的塑料垃圾也随之埋入地下。塑料垃圾降解时间非常漫长，甚至达到 400—500 年，远长于大部分垃圾填埋场 200 年的设计使用寿命[35]，因此塑料垃圾填埋具有很大的后续风险。从欧盟的经验来看，2006—2016 年，塑料包装回收利用率从 14.6% 提高到 16.7%，其

中循环利用和能源回收的利用比例分别由3.9%和3.8%提高到6.8%和6.5%；而土地填埋的比例从7.2%下降到3.4%，下降比例为53%[1]。德国自2005年后全境禁止垃圾直接填埋[36]。美国垃圾填埋比例总体也有下降的趋势。欧美的经验表明，包括塑料在内的垃圾填埋比例下降是大势所趋。参考国际经验，我国应尽快立法，要求在垃圾填埋之前进行分类清理，禁止直接填埋塑料垃圾。

4.3.4 完善塑料回收体系

目前欧洲塑料平均回收率在45%以上，德国甚至达到60%[22]；到2030年，欧盟计划塑料包装全部回收利用[37]。根据2014年国家发改委发布的《中国资源综合利用年度报告（2014）》公布的数据，2009—2013年我国废塑料回收利用率为23%—29%[38]，与发达国家的差距较为明显，同时也说明我国废塑料回收的潜力十分巨大。

塑料和微塑料垃圾的回收应严格落实“生产者责任延伸”制度，采取“谁污染谁付费”的原则来提高回收利用率。建立对塑料袋等废弃塑料等再生资源的回收补贴机制，鼓励生产厂商进行绿色产品创新，提高产品中再生材料占比。探索建立塑料袋及其他一次性塑料制品（如塑料吸管等）环境税收机制，向生产者或消费者征收环境税，建立专项基金，并将该税收用于塑料垃圾的回收处理及其他环保活动。同时，明确税收部门及监管部门的责任，给予受管制对象合理的权利与义务。此外还要加强塑料回收企业的二次污染管控，避免塑料回收利用对环境的再次污染。

总体而言，目前最为紧迫，也最具可操作性的措施，依然是加强塑料垃圾的资源回收利用，包括利用废旧塑料生产新塑料，通过裂解生成石油等。同时，完善高效燃烧系统，在充分利用废塑料热能的同时避免产生挥发性有机化合物（VOCs）和二噁英等的污染。

4.4 加强塑料微珠的管理

联合国环境规划署在2015年6月8日即世界海洋日当天发布报告，倡议世界各国和地区逐步淘汰并禁止塑料微珠用于个人护理品和化妆品[39]。联合国的倡议得到全球的积极响应，欧盟、美国、英国、韩国、新西兰、澳大利亚、荷兰、奥地利、卢森堡、比利时和瑞典等国家或地区相继发出禁止在个人护理品中添加塑料微珠的声明[40,41]。根据国家食品药品监督管理总局公布的清单，2017年，我国登记注册的1 008 126种个人护理品中，发现含聚乙烯、聚丙烯或同时含有聚乙烯和聚丙烯的产品共计36 993种，占比3.67%，涉及产品主要包括淋洗类产品（如洗面奶、沐浴露等）和驻留类产品（如口红、眼影等）。综合考虑环境中微塑料国内污染风险和国际履约的双重压力，建议我国以禁止个人护理品添加塑料微珠为切入点，切实加强环境微塑料污染的风险管控。

4.5 研发微塑料清除技术

人们在生活中使用含有塑料微珠的化妆品、牙膏等个人护理品，都会直接产生大量的微塑料颗粒。生活中微塑料的另外一个重要来源是洗衣机——大量塑料纤维随洗衣废水进入城镇下水道系统。在城镇污水处理厂增加微塑料的去除环节，将有助于减于来自城镇生活污水中的微塑料数量。目前，污水处理厂微塑料可能的去除方法包括气浮法和絮凝法[42,43]，科学家需针对具体的材料和工艺参数开展研究。

近年来，关于生物方法去除塑料的方法也逐步引起人们的重视，因其节能环保，引起广泛社会的关注。在国内外，都有生物去除塑料垃圾的报道，比如说黄粉虫（*Tenebrio molitor*，中国）[44,45]、细菌 *Ideonella sakaiensis* 201-F6（日本）等[46]。

4.6 扩大公众参与

公众参与在塑料垃圾和微塑料污染管理中具有十分重要的作用。事实上，正是由于公众认识到了塑料和微塑料对生态系统和人体健康的危害，塑料垃圾和微塑料污染才成为一个吸引各方关注的国际问题。2018年世界环境日的主题为“塑战速决”，联合国环境规划署呼吁各国采取行动减少一次性塑料垃圾污染，也是希望通过公众参与给各国政府和企业增加压力，以加大塑料和微塑料污染的控制力度。我国目前也有多个非政府环保组

织参与到海洋净滩工作，通过吸引公众参与海滩垃圾回收，以提高公众海洋环境保护意识[47]。

完善我国塑料垃圾及微塑料控制的公众参与制度，应加大塑料垃圾污染信息披露的力度，提高公众对塑料污染的认知，鼓励其减少一次性塑料制品使用。同时，完善公众参与途径、公众意见反馈机制。此外，还应充分发挥我国环保公益组织的作用，完善公民个人和非政府环保组织的公益诉讼机制。

5 结语

近年来，随着联合国等国际组织以及世界各国的共同推动，控制塑料垃圾和微塑料污染已经成为当今世界的热点环境问题。控制微塑料污染，根本手段是控制塑料垃圾进入环境并进一步分解裂变成微塑料。我国作为全球最大的塑料生产国和使用国，塑料垃圾和微塑料污染也是当前面临的重要环境问题，其中最突出的塑料垃圾污染问题包括塑料袋、塑料餐盒和农业薄膜问题等。特别是近年来，随着快递业的兴起，塑料包装的使用量急剧增长，这给塑料污染的防治带来很大的困难。从整体上来说，我国塑料垃圾控制还存在很多的不足。为逐步解决塑料垃圾和微塑料污染的问题，我国应尽快开展相关立法、完善相关标准，针对具体的塑料垃圾问题完善管理政策。同时，还应以禁止在个人护理品中添加塑料微珠为突破口，加强微塑料管控。此外，还应不断研发微塑料清除技术。加大塑料加工行业的技术创新，重视清洁生产和资源循环利用，减少塑料垃圾和微塑料进入环境的数量，是解决塑料垃圾和微塑料污染的根本措施。最后还应扩大公众参与，提高公众控制塑料垃圾污染的自觉性，加强公众对政府和企业的监督力度。

参考文献

1 Plastic Europe. Plastics–the Facts 2017. [2018-03-27]. https://www.plasticseurope.org/download_file/view/477/179.

2 Wilcox C, van Sebille E, Hardesty B D. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. PNAS, 2015, 112: 11899-11904.

3 UNEP. By 2050, estimate of 99% of the seabirds will have ingested plastic. [2018-04-01]. http://web.unep.org/environmentassembly/beat-pollution.

4 Kuhn S, Bravo Rebolledo E L, van Franeker J A. Marine Anthropogenic Litter. New York: Springer International Publishing, 2015.

5 国家海洋局. 2016年中国海洋环境状况公报. [2018-03-27]. http://www.soa.gov.cn/zwgk/hygb/zghyhjzlgb/201712/t20171204_59423.html.

6 武汉环保. 2018年世界环境日主题来了，塑战速决. [2018-02-25]. http://k.sina.com.cn/article_2735973604_a313a4e4040004jy9.html?local=hb.

7 UNEP. Beat plastic pollution. [2018-03-27]. http://www.worldenvironmentday.global/en/about/beat-plastic-pollution.

8 中国塑料加工工业协会. 中国塑料加工工业（2017）. 中国塑料, 2018, 32(4): 1-5.

9 中国塑料加工工业协会. 塑料加工业“十三五”发展规划指导意见. [2016-05-23]. http://www.cppiaeps.com/cn/list_detail.asp?ID=254.

10 中国塑料加工工业协会. 塑料加工业技术进步“十三五”发展指导意见. [2017-08-18]. http://www.cppia.com.cn/cppia1/zdbd/2017820102423.htm.

11 胡学, 周作付, 任杰. “白色污染”综合防治对策研究. 环境保护科学, 2001, 27(2): 23-25.

12 周炳炎, 王琪. “白色污染”的防治对策研究. 污染防治技术, 1999, (1): 14-16.

13 周辉. 废塑料制品对土壤环境的影响及防治. 化工设计通讯, 2016, 42(4): 243.

14 人民日报. 新版《快递封装用品》系列国家标准发布. [2018-02-10]. http://www.sohu.com/a/222002372_697968.

15 新浪财经. 中节能刘大山：外卖每天产生的餐盒和塑料袋达4000万. [2018-03-24].http://finance.sina.com.cn/

meeting/2018-03-24/doc-ifysnevm5912550.shtml.
16 彭苏平. 快递业务量去年突破400亿件，减少快递垃圾需要强制标准. 21世纪经济报道, 2018-03-01.
17 梁文艳. 年产800万吨快递垃圾, 绿色快递升级亟须政策再完善. 中国产经新闻, 2018-03-10.
18 范晓鹏. 我国防治“白色污染”的法律规制研究. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.
19 佘惠敏. 四问发泡塑料餐具解禁 “白色污染”会否卷土重来. [2013-03-25]. http://tech.ifeng.com/discovery/detail_2013_03/25/23482320_0.shtml.
20 新周刊. “限塑令”10年，中国人却对塑料袋上了瘾. [2018-01-29]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1590899426266319393&wfr=spider&for=pc.
21 赵贝佳. “限塑令”别沦为“卖塑令”. 人民日报, 2017-06-09(17).
22 赵胜利, 黄宁生, 朱照宇. 塑料废弃物污染的综合治理研究进展. 生态环境, 2008, 17(6): 2473-2481.
23 杨双春, 邓丹, 王晓珍, 等. 环境友好型塑料的研究进展. 当代化工, 2013, 42(3): 300-303.
24 尹基宇, 王文勇, 李涛. 可降解塑料生物降解特性研究. 安徽农业科学, 2009, 37(14): 6592-6593.
25 环境保护部. 环境保护部发布《环境保护综合名录（2017年版）》. [2018-02-06]. http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/06/content_5264316.htm.
26 寇江泽. 全面禁止洋垃圾入境. 人民日报, 2017-07-28.
27 寇江泽. 坚定不移禁止洋垃圾入境. 人民日报, 2018-03-28.
28 新华社. 国务院办公厅印发《禁止洋垃圾入境推进固体废物进口管理制度改革实施方案》. [2018-04-01]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-07/27/content_5213919.htm.
29 Verena Balke. How China’s ban of plastic waste imports can help us beat pollution. [2018-04-01]. https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/how-chinas-ban-plastic-waste-imports-can-help-us-beat-pollution.
30 赵剑影, 杨召奎. 快递包装垃圾回收率不足两成的难题如何解决. 工人日报, 2018-03-05.
31 经济日报. 《快递封装用品》等291项国家标准发布. [2018-04-01]. http://www.gov.cn/xinwen/2018-02/08/content_5264781.htm.
32 田妞. 网络大潮快递包装制造巨量垃圾. 中国质量万里行, 2018, (2): 40-41.
33 新华网. 国外是如何处理快递包装垃圾的? 橡塑技术与装备, 2017, 43(22): 65-66.
34 黄敏晓. 快递垃圾泛滥成灾，绿色物流悄然兴起. 通信信息报, 2017-02-15.
35 王临清, 李枭鸣, 朱法华. 中国城市生活垃圾处理现状及发展建议. 环境污染与防治, 2013, 31(9): 31-35.
36 萧白. 德国：禁止垃圾直接填埋 垃圾焚烧厂遍地开花. 广州日报, 2012-05-24.
37 吴刚. 欧盟拟2030年塑料包装全回收. 人民日报, 2018-01-29.
38 范满国. 我国可回收垃圾资源化分析. 城乡建设, 2018, (2): 23-27.
39 UNEP. Plastic in Cosmetics: Are We Polluting the Environment Through Our Personal Care. [2018-04-01]. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9664/-Plastic_in_cosmetics_Are_we_polluting_the_environment_through_our_personal_care_-2015Plas.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
40 邹艳琴, 李钟瑞. 个人护理品和化妆品中塑料微珠的危害与法规要求. 日用化学品科学, 2015, 38(10): 1-4.
41 闵锐. 英国政府出台禁令 化妆品等不得使用塑料微珠. [2018-04-01]. http://www.oceanol.com/zhuanti/201801/12/c72630.html.
42 Saththasivam J, Loganathan K, Sarp S. An overview of oil-water separation using gas flotation systems. Chemosphere, 2016, 144: 671-680.
43 Isa M H, Ezechi E H, Ahmed Z, et al. Boron removal by electrocoagulation and recovery. Water Research, 2014, 51: 113-123.
44 杨军, 杨宇, 吴唯民, 等. 黄粉虫啮食降解聚苯乙烯//中国化学会第30届学术年会摘要集-第十分会：高分子. 北京: 中国化学会, 2016: 1.
45 操秀英. 一袋生虫小米 让他发现塑料降解的秘密. 科技日报,

2018-04-02.

46 Yoshida S，Hiraga K，Takehana T, et al. A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). Science, 2016, 353(6301): 759.

47 上海仁渡海洋公益发展中心. 中国若干典型海滩垃圾监测研究报告2016. [2018-08-23]. http://www.renduocean.org/%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%88%90%E6%9E%9C/ccmc_report_2016.pdf.

Countermeasures on Control of Plastic Litter and Microplastic Pollution

DENG Yixiang　LEI Kun*　AN Lihui　LIU Ruizhi　WANG Liping　ZHANG Jiaxu

(Water Research Institute, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract　The microplastic pollution is becoming a hot topic at home and abroad recently. Most of the microplastics in the environment comes from the decomposition of the plastic blocks, so it is essential to control the plastic litter to sovle the problem of microplastic pollution. Based on the analysis of the problems existing in the present management system of the plastic litter, the countermeasures to control the source of plastic litter and microplastic pollution are suggested, including improvement of the legislation on the plastic management, modification and complementation of the related standards, enhancement of the administrative policies, etc. By referring to the international experience, the management of the microbeads should also be emphasized. It is suggested to ban the production and sale of pharmaceuticals and personal care products with microbeads. Moreover, the microplastics removal technology should be strengthened. In summary, the technical innovation should be further strenthened in the plastic indistures, the cleaner production and resource recycling should be carried out by the plastic producers and consumers to reduce the discharge of the plastic litter to the environment, which is the fundamental solution to the plastic and microplastic pollution.

Keywords　plastic litter, microplastics, source control, management countermeasures



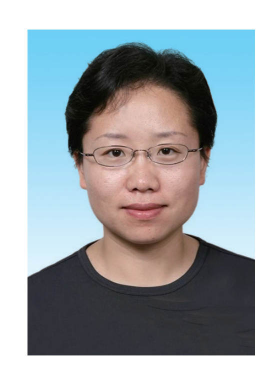
邓义祥　中国环境科学研究院研究员。2003年毕业于清华大学环境科学与工程系，获工学博士学位。主要从事水环境管理政策、环境风险评估、水环境数学模拟等研究。近年来主持国家重点研发计划、水污染控制治理重大专项、国家环境保护标准制修订等多项任务，在国内外发表论文50余篇，获国家授权发明专利2项，中国计算机软件著作权10项。

E-mail: dengyxbj@163.com

DENG Yixiang　Ph.D., Professor of the Chinese Research Academy of Environmental Sciences. Graduated from the Department of Environmental Sciences and Engnierring, Tsinghua Univeristy and achieved the Doctor of Engineering. His primary research fields include water envrinmental management polices, environmental risk assessment, and water environmental quality modelling. Recently, he has hosted a lot of national research projects, such as the National Key Research and Development Plan, Major Science and Technology Program for Water Pollution Control and Treatment, revision of the national environmental protection standards, and so on. 50 papers have been pulished, 2 invention patents and 10 software copyrights have been authorized.　.

E-mail: dengyxbj@163.com

*Corresponding author



雷 坤 中国环境科学研究院研究员，博士生导师。2001年毕业于中国海洋大学，获博士学位。长期从事近岸海域环境管理技术、陆海相互作用过程与机制、环境容量与总量控制、流域-海洋综合管理制度与政策研究。近年来主持了国家水体污染与控制重大专项、科技支撑计划项目、环保部专项等20多个项目。发表论文80余篇，出版专著5部，获得国家科技进步奖二等奖1项，省部级科技进步奖二等奖2项。E-mail: leikun@craes.org.cn

LEI Kun Ph.D., Professor of Chinese Research Academy of Environmental Sciences (CRAES), doctoral supervisor; graduated from Ocean University of China in 2001. She has long been dedicating in environment management in the coastal zone, land-ocean interactions progress and mechanisms, pollutants environmental capacity, and total pollutant load allocation, and integrating coastal and watershed management regulation and policy. In recent years, she has hosted more than 20 projects such as National Major Project of Water Pollution Control and Governance, National Science and Technology Support Project, and Special Fund Project for Environment Protection Science and Technology, published more than 80 academic papers and 5 books (as a co-author or translator), won the second prize of the National Science and Technology Progress Award in 2015, and the two second prizes of Ministry or Provincial Science and Technology Progress Award in 2009 and 2010. E-mail: leikun@craes.org.cn

■责任编辑：张帆